اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

ريـكار

المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيُّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية

السويد
Sverige

# تقييم تأثير التغيرات في المياه المتاحة على انتاجية المحاصيل الزراعية

## تقرير دراسة الحالة في الأردن

الأمم المتحدة
الاسكوا
ESCWA

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

جامعة الدول العربية
المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة
ACSAD 1968

E/ESCWA/SDPD/2019/CP.3

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

# مشروع تعزيز الامن الغذائي والمائي من خلال التعاون وتنمية القدرات في المنطقة العربية

## تقييم تأثير التغيرات في المياه المتاحة على انتاجية المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية

تقرير دراسة الحالة في الأردن

الأمم المتحدة
بيروت

© 2019 الأمم المتحدة
حقوق الطبع محفوظة

تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المادة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجّه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)،
البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org؛ الموقع الإلكتروني: www.escwa.un.org

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.
جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

تتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعة للأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،
صندوق بريد: 8575-11، بيروت، لبنان.

19-00128

# تقديم

تعد المنطقة العربية من أكثر مناطق العالم جفافا فهي إلى جانب كونها تقع في حزام المناطق الجافة وشبه الجافة مما ينعكس بقلة الآمطار وندرتها فإنها تتعرض لتغيرات كبيرة في معدلات الأمطار من عام إلى آخر وهذا ماينعكس بشكل واضح على ندرة الموارد المائية المتاحة فيها من جهة إضافة إلى تأثير ذلك على الانتاج الزراعي وبالتالي توفر الغذاء والأمن الغذائي من جهة ثانية ولا شك أن النمو السكاني المتسارع والذي يعد من أعلى معدلات النمو في العالم ساهم هو بدوره في تفاقم الأزمة المائية والغذائية في المنطقة العربية.

وتطورت الأبحاث العلمية في مجال التغيرات المناخية وخاصة في المنطقة العربية لتؤكد بدورها أن المنطقة في مجملها ستتعرض إلى أشد التغيرات المناخية سواء من حيث انخفاض معدلات الأمطار أو من ناحية ارتفاع درجات الحرارة وازدياد واضح في تكرار دورات الجفاف. وهذه العوامل تؤثر سلبا على الانتاجية الزراعية بالنسبة للزراعات البعلية وإلى حد ما المروية منها .

ومن أجل تقييم تأثير التغيرات المناخية على الانتاجية الزراعية في المنطقة العربية فقد قامت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) في إطار تنفيذها للمشروع الاقليمي حول «تعزيز الأمن الغذائي والمائي من خلال التعاون وتنمية القدرات في المنطقة العربية» وبتمويل من الوكالة السويدية للتنمية (سيدا) بتكليف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) –المكتب الاقليمي للدول العربية وبالتعاون مع المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) لتنفيذ المكون الأول من هذا المشروع الذي يسعى الى تقييم الإنتاج الزراعي في المنطقة العربية نتيجة تغير وفرة المياه من خلال استخدام توقعات موثوقة للمناخ والمعلومات القياسية الهيدرولوجية على المستوى الإقليمي والوطني.

ومن أجل ذلك تمت ترجمة دليل المستخدم والكتيب الخاص باستخدام برنامج أكوا-كروب (AquaCrop) الذي تم تطويره من قبل الفاو إلى اللغة العربية والذي أثبتت الدراسات والأبحاث أنه يعتبر من الوسائل الحديثة الناجحة في التنبؤ بالإنتاجية الزراعية إضافة إلى تنفيذ عدد من الدورات التدريبية وتوفير الدعم الفني المباشر على استخدامه لكافة الفرق الوطنية من الدول العربية المشاركة في المشروع[1].

قامت هذه الفرق بعد ذلك بإعداد تقارير وطنية لتقييم الإنتاجية الزراعية لعدد معين من المحاصيل في مناطق محددة تحت تأثير التغيرات المناخية باستخدام نتائج المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغير المناخ على الموارد المائية وقابلية التأثر الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة العربية (ريكار) الذي نفذته الاسكوا بتمويل من سيدا. وتشكل هذه التقارير الوطنية ثمرة كافة هذه الجهود وتتضمن مقترحات وتوصيات للتكَيف مع تغيرات وفرة المياه نتيجة تأثيرات تغير المناخ.

والأمل معقود أن تشكل هذه الوثائق باللغة العربية مرجعا للباحثين في الدول العربية المهتمين بالشأن الزراعي إضافة إلى إغناء المكتبة العربية بالمراجع العلمية المتخصصة.

1. الدول المشاركة في المكون الأول للمشروع هي: الأردن، البحرين، تونس، السودان، العراق، فلسطين، لبنان، مصر، المغرب واليمن.

# فريق الدراسة

**المهندس جمال البطش،**
مساعد الأمين العام للثروة النباتية، وزارة الزراعة الأردنية

**الدكتور محمود فريحات،**
مدير مديرية الأراضي والري، وزارة الزراعة الأردنية

**المهندس عمـــاد القـضاة**
رئيس قسم إدارة واستعمالات الأراضي، مديرية الأراضي والري، وزارة الزراعة الأردنية

**المهندس أسامة قطان**
رئيس قسم المياه والبيئة، مديرية الأراضي والري، وزارة الزراعة الأردنية

**المهندس أسامة الرحامنة**
مدير مديرية المشاريع، قسم الشؤون الفنية، سلطة وادي الأردن، وزارة المياه والري الاردنية

# المحتويات


**ص. 3** **تقديم**
**ص. 5** **فريق الدراسة**

**ص. 11** **1. مقدمة**

**ص. 14** **2. دراسة الحالة محصول البندورة تحت الظروف المروية**
ص. 16 البيانات والمعاملات المستخدمة في دراسة محصول البندورة – مروي
ص. 18 معايرة النموذج باستخدام البيانات المقاسة
ص. 19 نتائج الدراسة

**ص. 26** **3. حالة دراسة محصول القمح / بعلي**

**ص. 36** **4. مناقشة النتائج ومنعكساتها**

**ص. 37** **5. التوصيات**

**ص. 38** **6. الملحق**

## قائمة الاشكال


ص. 18 **الشكل 1.** نتائج معايرة محصول البندورة والمؤشرات الإحصائية لنتائج المعايرة

ص. 29 **الشكل 2.** نتائج معايرة محصول القمح والمؤشرات الإحصائية لنتائج المعايرة

ص. 37 **الشكل 3.** انزياح الهطول المطري في منطقة مأدبا إلى ما بعد منتصف الموسم الذي سبب ارتفاع الإنتاجية


## قائمة الاشكال البيانية


ص. 39 الشكل البياني 1. مقارنة متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 39 الشكل البياني 2. مقارنة سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مع الري الكامل في حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون

ص. 40 الشكل البياني 3. مقارنة متوسط طول موسم النمو لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 و الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 40 الشكل البياني 4. مقارنة التبخر-النتح الفعلي لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 41 الشكل البياني 5. مقارنة التبخر-النتح المرجعي لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 41 الشكل البياني 6. مقارنة الإنتاجية المائية للبندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 42 الشكل البياني 7. مقارنة متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 42 الشكل البياني 8. مقارنة متوسط طول موسم نمو القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 43 الشكل البياني 9. مقارنة متوسط التبخر-نتح الفعلي لمحصول القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 43 الشكل البياني 10. مقارنة متوسط التبخر-نتح المرجعي في القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050

ص. 44 الشكل البياني 11. مقارنة متوسط الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في الإنتاجيه المائية خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050


## قائمة الجداول


ص. 15 **الجدول 1.** المساحات المزروعة بمحاصيل الخضراوات والانتاج حسب النوع في الاردن، عام 2015

ص. 15 **الجدول 2.** معدل المساحات المزروعة بمحصول البندورة (دونم)، الانتاج (طن) والإنتاجية (طن/دونم) في محافظة المفرق خلال السنوات 2007-2016

ص. 16 **الجدول 3.** بيانات المحصول

ص. 16 **الجدول 4.** بيانات إدارة الحقل

ص. 16 **الجدول 5.** بيانات إدارة الحقل

ص. 17 **الجدول 6.** جدول الري المطبق في المزرعة

ص. 17 **الجدول 7.** بيانات التربة

ص. 17 **الجدول 8.** بيانات الإنتاجية المقاسة (Dry Yield)

ص. 18 **الجدول 9.** النماذج والسيناريوهات المناخية المعتمدة في الدراسة

ص. 19 **الجدول 10.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1985-2005) في منطقة الدفيانه- المفرق باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP4.5

ص. 20 **الجدول 11.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1985-2005) في منطقة الدفيانه- المفرق باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP8.5.

ص. 20 **الجدول 12.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 21 **الجدول 13.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 21 **الجدول 14.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 21 **الجدول 15.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 22 **الجدول 16.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 22 **الجدول 17.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 22 **الجدول 18.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 22 **الجدول 19.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 23 **الجدول 20.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 23 **الجدول 21.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 23 **الجدول 22.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

ص. 24 **الجدول 23.** االإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 24 **الجدول 24.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 24 **الجدول 25.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

ص. 24 **الجدول 26.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

ص. 25 **الجدول 27.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

ص. 25 **الجدول 28.** نتائج سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري نتيجة نقص الموارد المائية:

ص. 26 **الجدول 29.** نتائج سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري نتيجة نقص الموارد المائية:

ص. 27 **الجدول 30.** المساحات المزروعة بمحاصيل الحبوب والانتاج حسب النوع في الاردن، عام 2015 (المساحة: ألف دونم ، الأنتاج: الف طن )

ص. 27 **الجدول 31.** معدل المساحات المزروعة بالقمح (دونم)، الانتاج (طن) والإنتاجية (طن/دونم) في محافظة مأدبا خلال السنوات 1998-2014

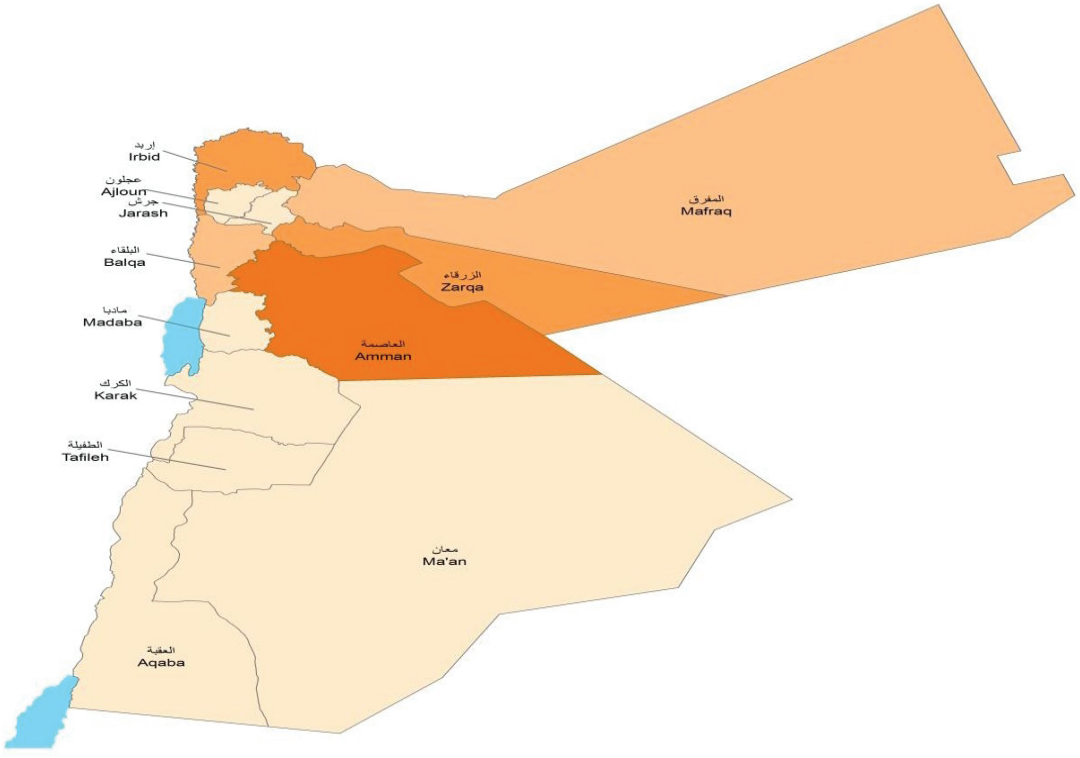
ص. 28 **الجدول 32.** بيانات المحصول

ص. 28 **الجدول 33.** دارة الحقل:
ص. 28 **الجدول 34.** بيانات المياه الجوفية وإدارة الري
ص. 29 **الجدول 35.** بيانات التربة
ص. 29 **الجدول 36.** بيانات الإنتاجية المقاسة (Dry Yield)
ص. 30 **الجدول 37.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2030-2020 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (2005-1986) في منطقة مادبا باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP4.5
ص. 30 **الجدول 38.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2030-2020 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (2005-1986) في منطقة مادبا باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP8.5
ص. 31 **الجدول 39.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 2005-1986 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 31 **الجدول 40.** متوسط طول موسم النمو للقمح خلال فترة الأساس 2005-1986 و خلال الفترات 2030-2020 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.
ص. 31 **الجدول 41.** التبخر-النتح المرجعي و الفعلي خلال فترة الأساس 2005-1986 و خلال الفترات 2030-2020 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 32 **الجدول 42.** الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 2005-1986 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 32 **الجدول 43.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 2005-1986 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.
ص. 32 **الجدول 44.** متوسط طول موسم النمو للقمح خلال فترة الأساس 2005-1986 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 32 **الجدول 45.** التبخر-النتح المرجعي و الفعلي خلال فترة الأساس 2005-1986 و خلال الفترات 2030-2020 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون لمحصول القمح
ص. 33 **الجدول 46.** الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 2005-1986 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 33 **الجدول 47.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 2005-1985 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 33 **الجدول 48.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 2005-1985 و خلال الفترات 2030-2020 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 34 **الجدول 49.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 2005-1985 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 34 **الجدول 50.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 2005-1985 و خلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 34 **الجدول 51.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 2005-1985 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 34 **الجدول 52.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 2005-1985 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 35 **الجدول 53.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 2005-1985 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون
ص. 35 **الجدول 54.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 2005-1985 وخلال الفترات 2030-2020 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

# 1. مقدمة

تبلغ مساحة الأردن حوالي (89) مليون دونم منها حوالي (8.9) مليون دونم صالحة للزراعة، وقد بلغت مساحة الأراضي المزروعة منها عام 2015 حوالي (2.67) مليون دونم تعادل 30% من المساحة الصالحة للزراعة و3% من إجمالي مساحة الأردن، وهناك ثلاث مناطق جغرافية مناخية رئيسية في الأردن تشمل: وادي الأردن، الأراضي المرتفعة، والبادية، وتغطي البادية الأردنية حوالي 88% من المساحة الكلية للأردن، ولا يتجاوز معدل سقوط الأمطار فيها عن 100 ملم في السنة، بينما يعتبر وادي الأردن الجزء الأكثر خصوبة في الأردن وهو يتميز بدفئه في فصل الشتاء ويتمتع بميزة الإنتاج الزراعي المبكر للخضار والفواكه مقارنة ببقية مناطق المملكة ودول الجوار، أما الأراضي المرتفعة فتمتد من الشمال إلى الجنوب في الجزء الغربي من الأردن، وتفصل وادي الأردن عن منطقة البادية ويتراوح ارتفاعها ما بين 1500-600 متر فوق سطح البحر حيث تتلقى أكبر كمية من الأمطار في الأردن وتتمتع بأوسع غطاء نباتي طبيعي، ويقطن فيها حوالي 90% من سكان الأردن، حيث بلغت المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية في عام 2016 حوالي (1.35) مليون دونم والخضراوات (505) ألف دونم، والأشجار المثمرة (867) ألف دونم، وسيتم عرض واقع القطاع الزراعي من جميع جوانبه وتأثيراته.

المملكة الأردنية الهاشمية



يسود الأردن مناخ البحر الأبيض المتوسط الجاف وشبه الجاف، حيث لا يتجاوز معدل سقوط الأمطار على 90% من مساحته عن 200 ملم في السنة، ويعتبر حوالي 5.5% من مساحة الأردن أراضي جافة تتراوح نسبة هطول الأمطار فيها بين -200 300 ملم سنوياً في حين يتلقى حوالي 4% (المرتفعات الشمالية الغربية) أمطاراً تزيد عن 300 ملم سنوياً والتي قد تصل إلى نحو 600 ملم سنوياً في المرتفعات الشمالية، وتتصف هذه الأمطار بالتفاوت في كميات الهطول في المناطق المختلفة وبتذبذبها كماً وتوزيعاً بين سنة وأخرى.

يعتبر القطاع الزراعي من القطاعات المهمة في الاقتصاد الأردني من خلال ترابطاته مع القطاعات الاقتصادية الأخرى، كما تلعب الزراعة دوراً اقتصادياً واجتماعياً واضحاً وبخاصة في المجتمعات الريفية، كما يرتبط ارتباطا وثيقا بالقطاعات الاقتصادية الأخرى وخاصة الصناعات التحويلية وكذلك بالجهود الوطنية للمحافظة على البيئة الطبيعية واستمراريتها، ويواجه القطاع الزراعي في الأردن عدة تحديات أهمها تذبذب الأمطار وتوالي سنوات الجفاف أحيانا، وندرة الموارد المائية، وتفتت الملكيات وصغر وحدات الإنتاج. وبالرغم من ذلك فقد بلغت قيمة الناتج المحلي الزراعي عام 2017 حوالي (1140.2) مليون دينار بأسعار السوق الجارية وشكل ما نسبته 4.0% من الناتج المحلي الإجمالي، ويشكل القطاع الزراعي جزءا مهما من قطاع الصادرات الأردني حيث بلغت قيمة الصادرات الزراعية عام 2015 حوالي (1010.03) مليون دينار أي ما نسبته 21% من مجموع صادرات المملكة خلال نفس العام، وتشكل الأسواق العربية حوالي 92% من سوق الصادرات الزراعية الأردنية، كما حقق القطاع الزراعي الاكتفاء الذاتي في عدد من منتجات الخضار والفواكه ولحوم الدواجن وزيت الزيتون وبيض المائدة، إلا أن الكثير من المنتجات الزراعية كالقمح والشعير واللحوم الحمراء ما زال الأردن يعتمد فيها على المستوردات، حيث بلغت قيمة الواردات الزراعية عام 2015 حوالي (2795.1) مليون دينار أي ما نسبته 19.2% من مجموع واردات المملكة خلال نفس العام، كما أن للقطاع الزراعي بعداً اقتصادياً واجتماعياً خاصاً في الريف حيث يعتبر أحد مصادر الدخل لحوالي (80) ألف أسرة في الأرياف والبوادي، وعلى صعيد فرص العمل فقد بلغت نسبة العمالة الزراعية الكلية عام 2015 حوالي 9.5% من مجموع القوى العاملة شكلت العمالة الأردنية الزراعية حوالي 2% منها في نفس العام. بلغت قيمة الناتج المحلي الزراعي لعام 2006 حوالي (275.8) مليون دينار بالأسعار الجارية، وارتفعت قيمة هذا الناتج إلى (979.9) مليون دينار عام 2015، وشكلت نسبة مساهمة القطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي بأسعار السوق الجارية حوالي 6.2% عام 2006 و 4% عام 2017 وبالرغم من انخفاض نسبة مساهمة القطاع الزراعي في الناتج المحلي الإجمالي إلا انه يلعب دورا مهما في تطور القطاعات الاقتصادية الأخرى كقطاع الصناعة والنقل والخدمات نظرا لدوره في الربط الخلفي لتلك القطاعات حيث يوفر القطاع الزراعي المنتجات الوسيطة لها، وتشكل مساهمة القطاع الزراعي والنشاطات الأخرى المرتبطة به نحو 27% من قيمة الناتج المحلي الإجمالي.

أما مساهمة القطاع الزراعي في الصادرات والميزان التجاري فتشير إحصائيات التجارة الخارجية للأردن إلى أن إجمالي قيمة الصادرات الزراعية قد زادت خلال الفترة 2015-2006 من 451 مليون دينار إلى 1010.03مليون دينار أي بزيادة بنسبة تصل إلى 124% تقريبا.

يلعب النشاط الزراعي دورا مهما في الحد من الهجرة من الريف إلى المدن، حيث يعتبر أساسا للتنمية الشاملة في الريف ويعمل النشاط الزراعي والأنشطة المرتبطة به وخاصة قطاع الخدمات على توفير فرص العمل وتوفير الدخول لحوالي (80) ألف أسرة في الريف مما يساهم في الحد من الهجرة إلى المدن، حيث تؤدي الهجرة إلى الضغط على الخدمات الحكومية في المدن وانتشار بؤر السكن العشوائي والفقر الحضري، وقد بلغت نسبة العمالة الزراعية الأردنية 4.2% من مجموع العمالة الأردنية في عام 2015 .

وللزراعة دور هام في الحفاظ على التنوع الحيوي والغطاء النباتي وخصائص التربة، وتكمن أهمية ذلك في درء خطر التصحر والحد من تداعياته بعيدة المدى

على البيئة العامة والتنوع الحيوي والموارد الأرضية والمائية وقدرتها على التجدد واستمرار التوازن البيئي وهو ما يساهم في توفير متطلبات إدامة التنمية.

كما تعتبر الزراعة أكثر قطاعات الاقتصاد ارتباطاً بالموارد الطبيعية، حيث تعنى التنمية الزراعية باستثمار وتطوير الموارد الطبيعية التي غالباً ما تترك دون استثمار إذا لم تستثمر زراعياً، وبالنسبة للأراضي والغطاء النباتي بشكل خاص فإن عدم استثمارها يؤدي إلى تدهور خصائصها الطبيعية وإمكاناتها الإنتاجية، وهو تدهور ذو بعدين: بعد اقتصادي يقلل من قيمتها كمورد اقتصادي هام، وبعد بيئي يؤدي إلى اختلال التوازن البيئي الذي يخل بشروط التنمية المستدامة.

## تأثير التغيرات المناخية

تنتج ظاهرة التغير المناخي عن عملية الاحتباس الحراري والتي هي ارتفاع معدل درجة حرارة الكرة الأرضية، ويعزى هذا الارتفاع لمجموعة من الأسباب الطبيعية والبشرية غير أن الدلائل العلمية تشير الى أن الارتفاع ناتج عن النشاطات البشرية التي تؤدي لزيادة انبعاث غازات الدفيئة المتواجدة طبيعياً مثل غاز ثاني اكسيد الكربون وغاز الميثان وغاز اكسيد النيتروز بالإضافة الى انبعاث غازات دفيئة صناعية مثل الهيدروفلورو كربونات وبيروفلوروكربونات .

وتعمل هذه الغازات التي تلتف حول الكرة الأرضية على امتصاص الأشعة المنعكسة من الكرة الأرضية وتعاود بثها ثانية اليها مما يؤدي الى ارتفاع حرارة الأرض نظراً لارتباط عوامل المناخ الأخرى كسقوط الأمطار وهبوب الرياح بدرجات الحرارة مما يؤدي الى تغيرات في المناخ.

يعتبر قطاع الزراعة من أكثر القطاعات التي سوف تتأثر سلبيا بهذه الظاهرة. هذا ومن المتوقع أن تؤثر التغيرات المناخية على إنتاجية الأرض الزراعية بداية من التأثير على خواص الأرض الطبيعية والكيميائية والحيوية ومرورا بانتشار الآفات والحشرات والأمراض وغيرها من المشاكل وانتهاء بالتأثير على المحصول المنتج.

ومن المتوقع ان التغيرات المناخية وما تسببه من ارتفاع في درجة حرارة سطح الأرض سوف تؤثر سلبيا على إنتاجية العديد من المحاصيل الزراعية حيث تسبب نقص شديد في إنتاجية معظم محاصيل الغذاء الرئيسية بالإضافة إلى زيادة الاحتياجات المائية اللازمة لها ويصاحب انخفاض إنتاجية هذه المحاصيل خفض العائد المزرعي.

تأثير التغيرات المناخية المتوقعة على الزراعة ومصادر الغذاء:

- نقص في إنتاجية المحاصيل الزراعية .
- تغير خريطة التوزيع الجغرافي للمحاصيل الزراعية.
- تأثيرات سلبية على الزراعات الهامشية وزيادة معدلات التصحر.
- زيادة الاحتياج إلى الماء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.
- تأثيرات سلبية على الزراعة نتيجة تغير معدلات وأوقات موجات الحرارة.
- تأثيرات اجتماعية واقتصادية مصاحبة.
- زيادة الحرارة تقلل من إمكانية زراعة المناطق الهامشية.

أثر التغيرات المناخية المتوقعة على الموارد المائية الأردنية:

- زيادة الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية.
- نقص تغذية خزانات المياه الجوفية.
- التناقص المستمر في كميات مياه الري السطحية العذبة المتاحة للزراعة وتدني نوعيتها.
- الحاجة الى استعمال مصادر المياه غير التقليدية في الري مثل المياه المعالجة والمالحة والرمادية.

# 2. دراسة الحالة محصول البندورة تحت الظروف المروية

زراعة مكشوفة- منطقة الدفيانه/ محافظة المفرق

تقع منطقة الدراسة ضمن أراضي قرية الدفيانة في الجزء الشمالي الشرقي للمملكة الأردنية الهاشمية (لواء البادية الشمالية/محافظة المفرق )36.56E،32.31N، وتتمتع منطقة الدفيانة بإقليم صحراوي، فهي شديدة الحرارة في فصل الصيف وشديدة البرودة في فصل الشتاء، وهي من القرى المحاذية للحدود السورية الأردنية حوالي 2.5 كم حيث تتأثر في مناخ القرى السورية وبالتحديد مناخ (جبل الشيخ)، وتتألف معظم أراضيها من أراض سهلية (Slope 1%) سطحها مغطاة بالصخور البركانية السوداء (بازلت) بنسبة 10%، ذات تربة سلتية طينية لومية (Silty Clay Loam Soil) بطيئة الجريان السطحي وجيدة الصرف وذات سطح تربة مفكك وجاف، ويتخلل هذه المنطقة بعض الأودية الضحلة والجافة مثل وادي الدفيانة ووادي العاقب، حيث تبدأ بالارتفاع التدريجي كلما اتجهنا شرقاً وغرباً، ويبلغ ارتفاعها عن مستوى سطح البحر حوالي (900م)، ويبلغ معدل تساقط الأمطار السنوي فيها (150) ملم.

تتميز منطقة الدفيانة بأنها زراعية حيث تشتهر بزراعة الحبوب خاصة القمح والشعير ومحاصيل الخضار وخصوصاً محصول البندورة وبمساحات زراعية واسعة، بالإضافة إلى أنه في العقد الأخير تم إنشاء مزارع للزيتون واللوزيات والعنب وبأساليب وتقنيات زراعية حديثة (أصناف متطورة، أساليب تربية حديثة، ري بالتنقيط، تصنيف وتدريج، تعبئة وتغليف) وبمنتج عالي الجودة يتم تسويقه محلياً وعالمياً.

## أهمية المحصول

يعتبر محصول البندورة أحد أهم المحاصيل الزراعية الإستراتيجية في الأردن حيث يحتل المركز الرابع عالمياً في تصدير المحصول، وبلغ معدل إنتاجه في العام 2015 (870) ألف طن، ويشكل ما نسبته 42٪ من الإنتاج الكلي لمحاصيل الخضار في الأردن الذي بلغ (2) مليون طن لنفس العام، وقد وصلت نسبة الاكتفاء الذاتي من محصول البندورة في الأردن خلال العام 2013 إلى (337.4%) ويتم تصدير 70٪ من المنتجات الزراعية في المنطقة إلى الأسواق الدولية المختلفة وأهمها دول الخليج وأوروبا، بالإضافة الى الاستهلاك المحلي للمحصول والباقي يتم العمل على ادخاله في تصنيع منتجات البندورة ( رب البندورة).

هذا ويبلغ معدل انتاج محصول البندورة في منطقة المفرق 106630 طن سنوياً ويشكل ما نسبته 36٪ من كامل إنتاج محاصيل الخضار في المحافظة.

وتعتمد زراعة البندورة في هذه المنطقة على الري بالتنقيط من مياه مصدرها الآبار الارتوازية، ويطبق المزارعون برامج تسميد لرفع الإنتاجية، حيث تزرع البندورة على فترتين رئيسيتين: الصيف والشتاء.

ومن أهم ركائز سياسة وزارة الزراعة حماية الاستثمارات في الزراعة المروية عن طريق زيادة صافي العائد على استثمارات المنتجين في الزراعة المروية وتقليل تكاليف الإنتاج والتسويق.

**الجدول 1.** المساحات المزروعة بمحاصيل الخضراوات والانتاج حسب النوع في الاردن، عام 2015

| Crop | Total | | Summer | | Winter | | المحصول |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الإنتاج (طن) Production (Ton) | المساحة (دونم) Area (Dunum) | الإنتاج (طن) Production (Ton) | المساحة (دونم) Area (Dunum) | الإنتاج (طن) Production (Ton) | المساحة (دونم) Area (Dunum) | |
| Potatoes | 188,326 | 72,558 | 60,060 | 21,363 | 128,267 | 51,194 | بطاطا |
| Tomatoes | 870,017 | 128,871 | 267,797 | 42,989 | 602,220 | 85,883 | بندورة |
| Squash | 64,777 | 26,648 | 30,214 | 12,477 | 34,563 | 14,171 | كوسا |
| Eggplants | 77,015 | 23,236 | 36,464 | 11,865 | 40,552 | 11,371 | باذنجان |
| Cucumbers | 231,982 | 24,102 | 117,379 | 11,787 | 114,603 | 12,314 | خيار |
| Cabbages | 26,233 | 4,920 | 7,751 | 1,508 | 18,482 | 3,411 | مكدوس |
| Cauliflower | 72,258 | 23,007 | 27,132 | 8,417 | 45,127 | 14,589 | زهرة |
| Hot peppers | 13,078 | 10,271 | 10,360 | 7,598 | 2,717 | 2,673 | فلفل حار |
| Sweet peppers | 73,599 | 14,132 | 45,448 | 8,808 | 28,151 | 5,324 | فلفل حلو |
| Broad beans | 11,647 | 24,729 | 551 | 983 | 11,096 | 23,746 | فول اخضر |
| String beans | 8,804 | 3,998 | 6,528 | 2,908 | 2,276 | 1,090 | فاصوليا |
| Peas | 1,729 | 2,762 | 54 | 57 | 1,675 | 2,705 | بازيلا |
| Cow-peas | 1,603 | 988 | 1,486 | 869 | 117 | 119 | لوبيا |
| Jew's mallow | 34,820 | 13,407 | 34,746 | 13,380 | 75 | 27 | ملوخية |
| Okra | 6,100 | 7,992 | 5,818 | 7,216 | 281 | 776 | باميا |
| Lettuce | 57,751 | 14,634 | 27,556 | 7,038 | 30,195 | 7,596 | خس |
| Spinach | 2,389 | 422 | 0 | 0 | 2,389 | 422 | سبانخ |
| Snake | 3,552 | 5,789 | 3,106 | 4,775 | 446 | 1,014 | قثوس |
| Parsley | 13,387 | 2,733 | 5,418 | 1,205 | 7,969 | 1,527 | بقدونس |
| Radish | 6,871 | 2,958 | 3,085 | 1,328 | 3,786 | 1,630 | فجل |
| Turnip | 4,928 | 1,204 | 0 | 0 | 4,928 | 1,204 | لفت |
| Carrots | 15,861 | 3,701 | 1,427 | 322 | 14,434 | 3,379 | جزر |
| Watermelons | 116,494 | 26,294 | 114,845 | 25,888 | 1,649 | 406 | بطيخ |
| Sweet melons | 52,088 | 14,627 | 50,654 | 14,250 | 1,435 | 378 | شمام |
| Onion, green | 13,665 | 6,504 | 2,568 | 1,063 | 11,097 | 5,441 | بصل اخضر |
| Onion, dry | 41,001 | 10,735 | 4,268 | 890 | 36,733 | 9,845 | بصل جاف |
| Other | 37,460 | 16,505 | 16,452 | 7,324 | 21,009 | 9,181 | أخرى |
| Total | 2,047,434 | 487,728 | 881,166 | 216,312 | 1166,268 | 271,416 | المجموع |

Note: Slight differences in the totals of some tables are due to weighting procedures and rounding of figures

ملاحظة: يوجد هناك اختلاف طفيف في مجاميع بعض الجداول وذلك بسبب عملية التقريب (الترجيح) والتقريب

**المصدر:** الكتاب السنوي لدائرة الاحصاءات العامة 2016.

**الجدول 2.** معدل المساحات المزروعة بمحصول البندورة (دونم)، الانتاج (طن) والإنتاجية (طن/دونم) في محافظة المفرق خلال السنوات 2007-2016

| السنة | المساحة (دونم) | الإنتاج (طن) | الإنتاجية (طن/دونم) |
|---|---|---|---|
| 2007 | 20,116 | 116,455 | 5.790 |
| 2008 | 13,779 | 77,124 | 5.600 |
| 2009 | 19,198 | 109,971 | 5.730 |
| 2010 | 21,405 | 86,247 | 4.030 |
| 2011 | 15,831 | 120,358 | 7.600 |
| 2012 | 22,205 | 139,893 | 6.300 |
| 2013 | 40,169 | 148,253 | 3.690 |
| 2014 | 12,627 | 55,422 | 4.390 |
| 2015 | 18,107 | 110,218 | 6.090 |
| 2016 | 14,359 | 102,357 | 7.130 |
| المعدل | 19,780 | 106,630 | 5.635 |

**المصدر:** الكتاب السنوي لدائرة الاحصاءات العامة 2016.

# البيانات والمعاملات المستخدمة في دراسة محصول البندورة - مروي

## البيانات المناخية:

تم استخدام البيانات المناخية اليومية اللازمة (درجات الحرارة العظمى والصغرى، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الاشعاع الشمسي بالإضافة إلى الهطول المطري) المسجلة في محطة الأرصاد الجوية في محافظة المفرق وتغطي الفترة من 2007-2016 لمعايرة محصول البندورة المروي.

**الجدول 3.** بيانات المحصول

| | تاريخ الزراعة | 20 اذار/مارس |
|---|---|---|
| | المدة لتعافي الشتلات بعد الغراس | 6 أيام |
| .3 | كثافة الزراعة/الغراس لتحديد الغطاء النباتي الابتدائي (CC0) | % 0.42 |
| .4 | معدل البذار (شتله/هكتار) | 20833 شتله |
| .5 | الغطاء النباتي الأعظمي (CCx) | % 85 |
| .6 | المدة لغاية إنبات 90% من الغراس في المشتل(CC0) | 50 يوم |
| .7 | المدة للوصول إلى الغطاء النباتي الأعظمي (CCx) | 90 يوم |
| .8 | المدة لغاية بدء شيخوخة الغطاء النباتي | 124 يوم |
| .9 | المدة لغاية النضج الفيزيولوجي | 143 يوم |
| .10 | المدة لغاية بدء الإزهار | 52 يوم |
| .11 | مدة الإزهار | 41 يوم |
| .12 | عمق الجذور الفعال الأعظمي (Zx) | 47 سم |
| .13 | المدة لبلوغ عمق الجذور الفعال الأعظمي | 84 يوم |
| .14 | الاستجابة لإجهاد خصوبة التربة و/أو إجهاد ملوحة التربة | لا يوجد |
| .15 | مؤشر الحصاد (HI0) | % 63 |

**الجدول 4.** بيانات إدارة الحقل

| | | |
|---|---|---|
| .1 | اجراءات سطح الحقل | لا يوجد |
| .2 | التغطية | ملش بولي اثيلين لون اسود |
| .3 | نسبة التغطية للملش الأسود | 40% |
| .4 | خصوبة التربة | عالية |
| .5 | إدارة الأعشاب الضارة | جيدة جدا |

**الجدول 5.** بيانات إدارة الحقل

| | |
|---|---|
| عمق سطح المياه الجوفية | أعمق من 300 متر |
| نوعية المياه (الملوحة) | 1.2 دسمنز/متر |

**الجدول 6.** جدول الري المطبق في المزرعة

| تاريخ الري DAP | الفترة بين الريات | عمق مياه الري | ملوحة المياه |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 يوم | 6 ملم | 1.2 دسسمنز/م |
| 140 | 1 يوم | 0 ملم | 1.2 دسسمنز/م |

**الجدول 7.** بيانات التربة

| عدد طبقات التربة | عمق الطبقة (سم) | نسيج التربة | الرمل % | السلت % | الطين % | %SAT | %WP | السعة الحقلية% | KSAT (mm/hr) | الملوحة (mS/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطبقة 1 | 0-7 | Clay loam | 26 | 46 | 28 | 46.3 | 17.8 | 33.2 | 5.94 | 0.8 |
| الطبقة 2 | 7-20 | Silty loam | 19 | 56 | 25 | 44.6 | 15.9 | 32.7 | 4.81 | 0.8 |
| الطبقة 3 | 20-47 | Silty clay loam | 12 | 48.2 | 39.8 | 48.2 | 23.5 | 38.7 | 2.14 | 1.2 |
| الطبقة 4 | 47-86 | Silty clay loam | 12 | 48.2 | 39.8 | 49.5 | 10.0 | 30.0 | 20.8 | 5.0 |

**المصدر:** مشروع مسح التربة الوطني/ وزارة الزراعة 1993.

**الجدول 8.** بيانات الإنتاجية المقاسة (Dry Yield)

| Year | Dry Yield T/Ha | Fresh Yield T/Ha |
|---|---|---|
| 2007 | 4.06 | 58 |
| 2008 | 3.92 | 56 |
| 2009 | 4.011 | 57.3 |
| 2010 | 2.821 | 40.3 |
| 2011 | 5.32 | 76 |
| 2012 | 4.41 | 63 |
| 2013 | 2.583 | 36.9 |
| 2014 | 3.066 | 43.8 |
| 2015 | 4.221 | 60.3 |
| 2016 | 5.418 | 77.4 |

# معايرة النموذج باستخدام البيانات المقاسة

## فترة المعايرة

أجريت الدراسة على الفترة الزمنية 2007-2016 (فترة توفر البيانات المناخية) العروة الصيفية من 20 آذار/مارس حتى 9 آب/أغسطس

خلال هذه الدراسة تم اعتماد الشروط الابتدائية وإدارة حقل محصول البندورة على النحو التالي:

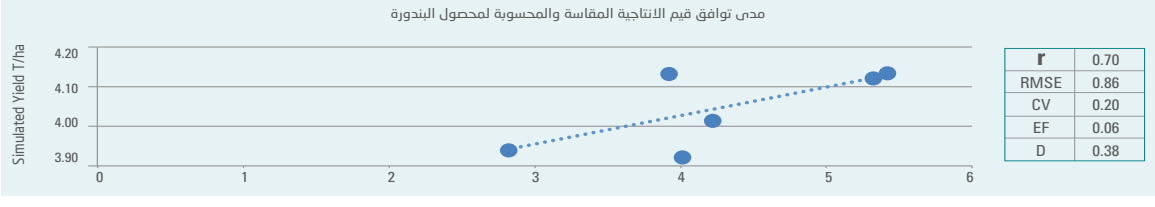
- خصوبة التربة عالية (بنسبة 100%) حيث يعتمد المزارعين على تسميد المحصول بطريقة التسميد بالري (Fertigation) كون نظام الري المتبع هو الري بالتنقيط.
- إدارة الأعشاب في المزارع جيدة جداً (بنسبة 97%) حيث إن خطوط الزراعة مغطاة بالملش الأسود Polyethylene (بنسبة 40%) وفي حال وجود أعشاب بين خطوط الزراعة يتم إجراء التعشيب اليدوي.

ويظهر الشكل (1) نتائج معايرة محصول البندورة بمقارنة إنتاجية البندورة الفعلية مع الإنتاجية المقاسة.

## السيناريوهات المعتمدة لدراسة التغيرات المناخية

تم إنشاء 12 مشروعا يحاكي كل منها 66 عاما (من 1985 حتى 2050) وتشترك جميع المشاريع بملفات المحصول والتربة وإدارة الحقل والشروط الابتدائية وتختلف بملف المناخ الذي يتكوّن من التراكيب التالية:

**الشكل 1.** نتائج معايرة محصول البندورة والمؤشرات الإحصائية لنتائج المعايرة




**الجدول 9.** النماذج والسيناريوهات المناخية المعتمدة في الدراسة

| ملفات البيانات المناخية (Tnx, ETo and PLU) من النموذج | ملف CO2 من السيناريو |
|---|---|
| CNRM 4.5 | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP4.5 |
| CNRM 8.5 | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP8.5 |
| EARTH 4.5-EC | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP4.5 |
| EARTH 8.5-EC | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP8.5 |
| GFDL 4.5 | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP4.5 |
| GFDL 8.5 | تركيزCO2 ثابت (350ppm) |
| | RCP8.5 |

وتم اعتماد بيانات التغيرات المناخية والنماذج والسيناريوهات المستخدمة في هذه الدراسة من مشروع (RICCAR) .

# نتائج الدراسة

## التغيرات المناخية المتوقعة في منطقة الدفيانة - المفرق

تلخص الجداول رقم (10) و (11) التالية التغيرات المناخية المتوقعة في منطقة الدفيانة.

تشير النتائج في الجدول رقم (10) إلى توقع زيادة طفيفة في معدلات الهطول المطري الموسمي لمحصول البندورة المزروعة في العروة الصيفية ضمن الفترة 2020-2030 في كلا النموذجين CNRM وEC-Earth وفق السيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 بينما ينخفض في النموذج GFDL لنفس السيناريو، كما ينخفض معدل الهطول المطري الموسمي ضمن الفترة 2040-2050 في جميع النماذج وفق السيناريو RCP4.5 انخفاضاً طفيفاً.

كما تشير النتائج إلى توقع ارتفاع معدلات الهطول المطري السنوي ضمن الفترتين 2020-2030 و2040-2050 في كلا النموذجين CNRM وEC-Earth وفق السيناريو RCP4.5 بينما ينخفض ضمن الفترتين 2020-2030 و2040-2050 في النموذج GFDL لنفس السيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس. أما بالنسبة لدرجات الحرارة العظمى والصغرى فإن جميعها ترتفع ضمن الفترتين 2020-2030 و-2040 2050 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 في جميع النماذج وفق السيناريو RCP4.5.

جدول (11) التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين -2020 2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (-1985 2005) في منطقة الدفيانه- المفرق باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP8.5.

**الجدول 10.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1985-2005) في منطقة الدفيانه- المفرق باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP4.5

| 2050-2040 | 2030-2020 | Parameter |
|---|---|---|
| **CM5-CNRM** | | |
| -8.2 | 5.4 | Precipitation (mm), Seasonal |
| 16.6 | 22.0 | Precipitation (mm), Annual |
| 1.4 | 1.1 | Maximum temperature (°C) |
| 1.0 | 0.8 | Minimum temperature (°C) |
| **Earth-EC** | | |
| -0.1 | 2.8 | Precipitation (mm), Seasonal |
| 12.2 | 29.2 | Precipitation (mm), Annual |
| 1.4 | 0.6 | Maximum temperature (°C) |
| 0.9 | 0.6 | Minimum temperature (°C) |
| **ESM2M-GFDL** | | |
| -6.6 | -3.9 | Precipitation (mm), Seasonal |
| -26.8 | -14.9 | Precipitation (mm), Annual |
| 1.4 | 0.8 | Maximum temperature (°C) |
| 1.0 | 0.5 | Minimum temperature (°C) |

**الجدول 11.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1985-2005) في منطقة الدفيانه- المفرق باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP8.5.

| Parameter | 2030-2020 | 2050-2040 |
|---|---|---|
| CM5-CNRM | | |
| Precipitation (mm), Seasonal | -7.9 | 3.0 |
| Precipitation (mm), Annual | -8.8 | -7.8 |
| Maximum temperature (°C) | 1.2 | 1.5 |
| Minimum temperature (°C) | 0.8 | 1.0 |
| Earth-EC | | |
| Precipitation (mm), Seasonal | -0.8 | -5.2 |
| Precipitation (mm), Annual | 21.9 | 3.2 |
| Maximum temperature (°C) | 1.1 | 1.7 |
| Minimum temperature (°C) | 0.9 | 1.3 |
| ESM2M-GFDL | | |
| Precipitation (mm), Seasonal | 2.1 | 4.8 |
| Precipitation (mm), Annual | -5.4 | -34.6 |
| Maximum temperature (°C) | 1.0 | 1.9 |
| Minimum temperature (°C) | 0.8 | 1.4 |

تشير النتائج في الجدول رقم (11) إلى توقع انخفاض في معدلات الهطول المطري الموسمي لمحصول البندورة المزروعة في العروة الصيفية ضمن الفترة 2020-2030 في كلا النموذجين CNRM وEC-Earth وفق السيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 بينما يرتفع في النموذج GFDL لنفس السيناريو، كما يرتفع معدل الهطول المطري الموسمي ضمن الفترة 2040-2050 في النماذج CNRM وGFDL وفق السيناريو RCP8.5 وينخفض في النموذج EC-Earth.

كما تشير النتائج إلى توقع انخفاض معدلات الهطول المطري السنوي ضمن الفترتين 2020-2030 و2040-2050 في كلا النموذجين CNRM وGFDL وفق السيناريو RCP8.5 بينما يرتفع ضمن الفترتين 203-2020 و2040-2050 في النموذج EC-Earth لنفس السيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس.

أما بالنسبة لدرجات الحرارة العظمى والصغرى فإنها جميعها ترتفع ضمن الفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 في جميع النماذج وفق السيناريو RCP8.5 .

## تأثير التغيرات المناخية على محصول البندورة:

**الجدول 12.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 4.25 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | -0.04 | -0.13 |
| التغير النسبي (%) | -1.0 | -3.1 |

تشير النتائج في الجدول رقم (12) إلى توقع انخفاض انتاجية البندورة خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس في حالة السيناريو RCP4.5 عند ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون غير أن هذا الانخفاض غير معنوي

**الجدول 13.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 146 | 144 | 142 |

تبين النتائج في الجدول (13) أن طول موسم النمو المتوقع للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

**الجدول 14.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 1082.2 | 1083.0 | 1085.2 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 466.7 | 465.5 | 464.5 |

تبين النتائج في الجدول (14) أن كمية التبخر-نتح المرجعي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

كما تبين النتائج أن كمية التبخر-نتح الفعلي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الانخفاض غير معنوي.

**الجدول 15.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.91 | 0.91 | 0.89 |

تبين النتائج في الجدول (15) أن الإنتاجية المائية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 لن تتأثر في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في السيناريو RCP4.5 بينما ستنخفض الإنتاجية المائية للبندورة في الفترات 2040-2050 في حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون لنفس السيناريو غير أن هذا الإنخفاض غير معنوي.

**الجدول 16.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 4.39 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.56 | 0.77 |
| التغير النسبي (%) | 12.8 | 17.6 |

تبين النتائج في الجدول (16) أن متوسط الإنتاجية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 17.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 146 | 144 | 142 |

تبين النتائج في الجدول (17) أن طول موسم النمو المتوقع للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

**الجدول 18.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 1082.2 | 1083.0 | 1085.2 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 466.7 | 465.4 | 464.0 |

تبين النتائج في الجدول (18) أن كمية التبخر-نتح المرجعي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

كما تبين النتائج أن كمية التبخر-نتح الفعلي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الانخفاض غير معنوي.

**الجدول 19.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.94 | 1.06 | 1.11 |

تبين النتائج في الجدول (19) أن الإنتاجية المائية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP4.5 وهذا الارتفاع معنوي

**الجدول 20.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 4.26 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | -0.09 | -0.11 |
| التغير النسبي (%) | -2.1 | - 2.6 |

تشير النتائج في الجدول رقم (20) إلى توقع انخفاض متوسط انتاجية البندورة خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس في حالة السيناريو RCP8.5عند ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون غير أن هذا الانخفاض غير معنوي.

**الجدول 21.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 146 | 144 | 144 |

تبين النتائج في الجدول (21) أن متوسط طول موسم النمو المتوقع للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

**الجدول 22.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 1081.8 | 1083.5 | 1083.6 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 467.9 | 461.9 | 470.6 |

تبين النتائج في الجدول (22) أن كمية التبخر-نتح المرجعي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

كما تبين النتائج أن كمية التبخر-نتح الفعلي المتوقعة للبندورة في الفترة 2020-2030 ستنخفض في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 بينما سترتفع في الفترة 2040-2050 لنفس السيناريو عند ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الانخفاض والارتفاع غير معنوي.

**الجدول 23.** االإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1985 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.91 | 0.90 | 0.88 |

تبين النتائج في الجدول (23) أن الإنتاجية المائية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 ستنخفض في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 غير أن هذا الانخفاض غير معنوي للفترة 2030-2040 ومعنوي للفترة 2040-2050.

**الجدول 24.** متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 4.39 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.58 | 0.93 |
| التغير النسبي (%) | 13.1 | 21.3 |

تبين النتائج في الجدول (24) أن متوسط الإنتاجية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 25.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

| | خلال فترة الأساس 2005-1985 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 146 | 144 | 144 |

تبين النتائج في الجدول (25) أن متوسط طول موسم النمو المتوقع للبندورة للفترات 2020-2030 و2040-2050 سينخفض في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

**الجدول 26.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

| | خلال فترة الأساس 2005-1985 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 1081.8 | 1083.5 | 1083.6 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 468.0 | 461.6 | 469.7 |

تبين النتائج في الجدول (26) أن كمية التبخر-نتح المرجعي المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

كما تبين النتائج أن كمية التبخر-نتح الفعلي المتوقعة للبندورة في الفترة 2020-2030 ستنخفض في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 بينما سترتفع في الفترة 2040-2050 لنفس السيناريو عند زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 غير أن هذا الانخفاض والارتفاع غير معنوي.

**الجدول 27.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.94 | 1.08 | 1.13 |

تبين النتائج في الجدول (27) أن الإنتاجية المائية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 سترتفع في حالة زيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون للسيناريو RCP8.5 وهذا الارتفاع معنوي.

## تأثير النقص في الموارد المائية المتاحة للري على إنتاجية محصول البندورة:

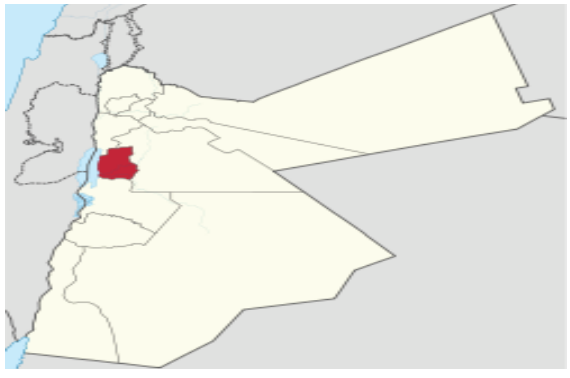
**الجدول 28.** نتائج سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري نتيجة نقص الموارد المائية:

| السيناريو 4.5 حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون | الانتاجية في فترة الأساس للري الكامل | الانتاجية في الفترة 2020-2030 لسيناريو الري الناقص 17% | الانتاجية في الفترة 2040-2050 لسيناريو الري الناقص 17% |
|---|---|---|---|
| طن/هكتار | 4.25 | 3.41 | 3.37 |
| التغير المطلق طن/ه | | -0.27 | -0.32 |
| التغير النسبي% | | -7.5 | -8.7 |
| **السيناريو 8.5 حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون** | **الانتاجية في فترة الأساس للري الكامل** | **الانتاجية في الفترة 2020-2030 لسيناريو الري الناقص 17%** | **الانتاجية في الفترة 2040-2050 لسيناريو الري الناقص 17%%** |
| طن/هكتار | 4.26 | 3.47 | 3.46 |
| التغير المطلق طن/ه | | -0.23 | -0.23 |
| التغير النسبي% | | -6.1 | -6.3 |

تبيّن النتائج في الجدول (28) أن تخفيض كميات الري بنحو 17 % على محصول البندورة ستؤدي إلى انخفاض إنتاجية محصول البندورة لكلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بإنتاجيته في فترة الأساس 1985-2005 عند الري الكامل وهذا التغير معنوي.

# 3. حالة دراسة محصول القمح / بعلي

## منطقة الدراسة



تقع منطقة الدراسة في محافظة مأدبا جنوب العاصمة عمان على بعد (33) كم (31.773505,35.802563)، يغلب على مناخ المحافظة مناخ حوض البحر الأبضٌ المتوسط ويتراوح معدل سقوط الأمطار من (300-250) ملم، كما تتراوح درجات الحرارة في فصل الشتاء من (14-1) درجه مئوية، وفي فصل الصيف من ) 18- 32 ) درجه مئوية، ويبلغ ارتفاع محافظة مأدبا عن مستوى سطح البحر 740- 840 متر. تمتاز محافظة مأدبا بتنوع تضاريسها، حيث تشتهر بسهولها الواسعة المنبسطة، والتي تعمل على رفد المملكة بكميات وافرة من الحبوب، إضافة إلى مناطقها الغورية والشفا غورية، والتي تعتبر من أهم مصادر إنتاج الخضراوات والفواكه والزيتون.

## أهمية المحصول

تتميز محافظة مادبا بطوبوغرافية مختلفة، مثل السهول الواسعة والتربة الخصبة بالإضافة إلى المناطق الغورية والشفاغورية. 63٪ من مساحة محافظة مأدبا هي أراضي زراعية حيث تتعدد المحاصيل الزراعية فيها بين زراعة المحاصيل الحقلية والخضروات وأشجار الفاكهة والزيتون، وعلى الرغم من هذه المزايا التي تميز المحافظة فإن مؤشرات الإنتاج الزراعي والحيواني للمحافظة منخفضة مقارنة ببقية المملكة، حيث أن المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية لا تزيد عن 9٪ من المساحة المزروعة في المملكة ولا تتجاوز 2٪ من المساحة المزروعة بأشجار الفاكهة. تمثل المساحة المزروعة بمحافظة مادبا 7٪ فقط من المساحة المزروعة بالمملكة وتمثل 18٪ من المساحة الكلية للمحافظة مما يشير إلى ضعف استغلال القطاع الزراعي والاستثمارات الزراعية في هذه المحافظة.

**الجدول 29.** نتائج سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري نتيجة نقص الموارد المائية:

| مؤشرات القطاع الزراعي | محافظة مأدبا | المملكة | نسبة محافظة مادبا % |
|---|---|---|---|
| المساحة المزروعة بالمحاصيل الحقلية (دونم) | 60108 | 702400 | 9 |
| المساحة المزروعة بأشجار الفاكهة وأشجار الحمضيات (دونم) | 9940 | 402900 | 2 |
| المساحة المزروعة بالخضروات (دونم) | 18703 | 497500 | 4 |
| المساحة المزروعة بأشجار الزيتون (دونم) | 69000 | 994600 | 7 |
| مجموع المساحة المزروعة (دونم) | 172100 | 2597400 | 7 |
| عدد التعاونيات | 21 | 284 | 7 |

**المصدر:** وزارة الزراعة، التقرير السنوي 2015

تجدر الإشارة إلى أن عدد التعاونيات الزراعية يعد من أهم المؤشرات على أهمية القطاع الزراعي في محافظة مادبا، حيث يوجد في المحافظة 21 تعاونية زراعية.

**الجدول 30.** المساحات المزروعة بمحاصيل الحبوب والانتاج حسب النوع في الاردن، عام 2015 (المساحة: ألف دونم ، الأنتاج: الف طن )

| Crop | الإنتاج Production | المساحة المحصودة Harvested Area | المساحة المزروعة Planted Area | المحصول |
|---|---|---|---|---|
| Wheat | 21,925 | 222,546 | 258,115 | قمح |
| Barley | 40,486 | 392,968 | 953,256 | شعير |
| Lentils | 61 | 764 | 817 | عدس |
| Chick-Peas | 1,708 | 10,828 | 12,863 | حمص |
| Maize | 26,362 | 9,396 | 9,396 | ذرة صفراء |
| Clover Trifoil | 244,223 | 60,110 | 60,110 | برسيم |
| Vetch-Common, Vech | 6,587 | 11,783 | 15,699 | بيقيا وكرسنة |
| Others | 7,660 | 3,667 | 3,810 | أخرى |
| **Total** | **349,011** | **712,061** | **1,314,065** | **المجموع** |

**المصدر:** دائرة الإحصاءات العامة/ المسوح الإحصائية السنوية 2015

**الجدول 31.** معدل المساحات المزروعة بالقمح (دونم)، الانتاج (طن) والإنتاجية (طن/دونم) في محافظة مأدبا خلال السنوات 1998-2014

| السنة | الإنتاج (طن) | المساحة (هكتار) | الانتاجية (طن/هـ) |
|---|---|---|---|
| 1998 | 2998.0 | 4669.2 | 0.642 |
| 1999 | 26.0 | 57.4 | 0.453 |
| 2000 | 2748.0 | 3232.5 | 0.850 |
| 2001 | 78.0 | 284.6 | 0.274 |
| 2002 | 4919.0 | 3482.1 | 1.413 |
| 2003 | 2596.0 | 3691.1 | 0.703 |
| 2004 | 670.0 | 468.2 | 1.431 |
| 2005 | 4206.0 | 3285.7 | 1.280 |
| 2006 | 1431.0 | 1834.2 | 0.780 |
| 2007 | 2147.0 | 2496.3 | 0.860 |
| 2008 | 427.0 | 1041.8 | 0.410 |
| 2009 | 406.0 | 1003.9 | 0.404 |
| 2010 | 3008.0 | 1928.5 | 1.560 |
| 2011 | 1246.0 | 1779.2 | 0.700 |
| 2012 | 1031.0 | 1145.7 | 0.900 |
| 2013 | 1579.0 | 1435.0 | 1.100 |
| 2014 | 1025.0 | 1067.5 | 0.960 |

**المصدر:** دائرة الإحصاءات العامة، التقرير السنوي 2015

## البيانات والمعاملات المستخدمة في دراسة محصول القمح - بعل

تم استخدام البيانات المناخية اليومية اللازمة (درجات الحرارة العظمى والصغرى، سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الاشعاع الشمسي بالإضافة إلى الهطول المطري) المسجلة في محطة الأرصاد الجوية لوزارة المياه والري لمنطقة مأدبا وتغطي الفترة من 1997- 2014 لمعايرة محصول القمح البعلي.

**الجدول 32.** بيانات المحصول

| | | |
|---|---|---|
| 1 | تاريخ الزراعة | 15 تشرين ثاني |
| 2 | المدة لتعافي الشتلات بعد الغراس | 12 أيام |
| 3 | كثافة الزراعة/الغراس لتحديد الغطاء النباتي الابتدائي (CC0) | % 0.1 |
| 4 | معدل البذار (شتله/هكتار) | 66667 |
| 5 | الغطاء النباتي الأعظمي (CCx) | % 90 |
| 6 | المدة للوصول إلى الغطاء النباتي الأعظمي (CCx) | 141 يوما |
| 7 | المدة لغاية بدء شيخوخة الغطاء النباتي | 160 يوما |
| 8 | المدة لغاية النضج الفيزيولوجي | 182 يوما |
| 9 | المدة لغاية بدء الإزهار | 128 يوما |
| 10 | مدة الإزهار | 40 يوما |
| 11 | عمق الجذور الفعال الأعظمي (Zx) | 70 سم |
| 12 | المدة لبلوغ عمق الجذور الفعال الأعظمي | 142 يوما |
| 13 | الاستجابة لإجهاد خصوبة التربة و/أو إجهاد ملوحة التربة | % 50 |
| 14 | مؤشر الحصاد (HI0) | % 25 |

**الجدول 33.** دارة الحقل:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | اجراءات سطح الحقل | لا يوجد |
| 2. | التغطية | لا يوجد |
| 3. | نسبة التغطية للملش الاسود | لا يوجد |
| 4. | خصوبة التربة | متوسطة |
| 5. | إدارة الأعشاب الضارة | جيدة جدا |

**الجدول 34.** بيانات المياه الجوفية وإدارة الري

| | |
|---|---|
| عمق سطح المياه الجوفية | أعمق من 300 متر |
| نوعية المياه (الملوحة) | 0.8 دسمنز/متر |
| نظام الري | بعلي |

**الجدول 35.** بيانات التربة

| عدد طبقات التربة | عمق الطبقة (سم) | نسيج التربة | الرمل % | السلت % | الطين % | %SAT | %WP | السعة الحقلية % | KSAT (mm/hr) | الملوحة (mS/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطبقة 1 | 0-28 | silty clay | 12 | 47.7 | 40.3 | 48.8 | 24.1 | 39.2 | 2.54 | 0.8 |
| الطبقة 2 | 28-62 | silty clay | 13.1 | 39.6 | 47.3 | 50.4 | 27.9 | 41.6 | 1.84 | 0.6 |
| الطبقة 3 | 62-106 | silty clay | 13.1 | 40.2 | 46.7 | 50.1 | 27.4 | 41.2 | 1.92 | 0.6 |

**المصدر:** مشروع مسح التربة الوطني/ وزارة الزراعة 1993

**الجدول 36.** بيانات الإنتاجية المقاسة (Dry Yield)

| السنة | الإنتاجية المقاسة (طن/ه) |
|---|---|
| 1998 | 0.642 |
| 1999 | 0.453 |
| 2000 | 0.850 |
| 2001 | 0.274 |
| 2002 | 1.413 |
| 2006 | 0.780 |
| 2007 | 0.860 |
| 2008 | 0.410 |
| 2010 | 1.560 |
| 2011 | 0.700 |
| 2012 | 0.900 |
| 2014 | 0.960 |

## معايرة النموذج باستخدام البيانات المقاسة

- **فترة المعايرة**

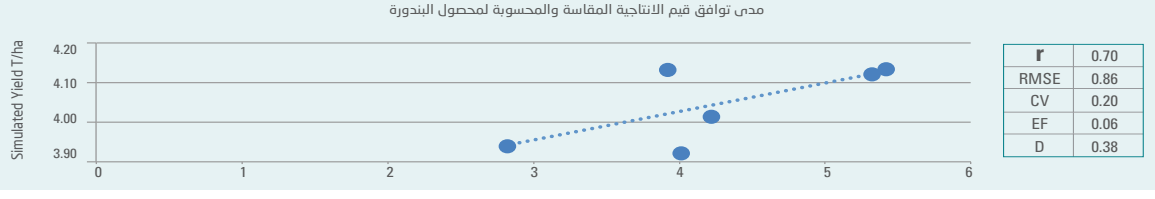
أجريت الدراسة على الفترة الزمنية 1997-2014 ( ابتداءً من 15 نوفمبر/ تشرين ثاني)

خلال هذه الدراسة تم اعتماد الشروط الابتدائية وإدارة حقل محصول القمح على النحو التالي:

- خصوبة التربة متوسطة (بنسبة 50 %) .
- إدارة الأعشاب في الحقول جيدة جداً (بنسبة 95 %).

ويظهر الشكل (2) نتائج معايرة محصول القمح بمقارنة إنتاجية القمح الفعلية مع الإنتاجية المقاسة.

**الشكل 2.** نتائج معايرة محصول القمح والمؤشرات الإحصائية لنتائج المعايرة



# السيناريوهات المعتمدة لدراسة التغيرات المناخية

## • دراسة تأثير التغيرات المناخية على محصول القمح في مأدبا:

تبيّن السيناريوهات المتوقعة لتغير المناخ في منطقة مأدبا بارتفاع درجات الحرارة العظمى من 0.5-1.3 درجة مئوية خلال السنوات القادمة 2020-2050 بينما يتوقع ارتفاع درجة الحرارة الصغرى بنحو 0.3-0.9 درجة مئوية.

أما بالنسبة لكميات الهطول المطري الموسمية والسنوية فإن أغلب السناريوهات تتوقع ارتفاع كميات الهطول المطري خلال السنوات القادمة 2020-2050.

**الجدول 37.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1986-2005) في منطقة مادبا باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP4.5

| 2050-2040 | 2030-2020 | Parameter | |
|---|---|---|---|
| -8.2 | 25.2 | Precipitation (mm), Seasonal | CM5-CNRM |
| 16.6 | 26.4 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.4 | 1.0 | Maximum temperature (°C) | |
| 1.0 | 0.7 | Minimum temperature (°C) | |
| 52.4 | 36.2 | Precipitation (mm), Seasonal | Earth-EC |
| 37.7 | 46.8 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.1 | 0.5 | Maximum temperature (°C) | |
| 0.9 | 0.7 | Minimum temperature (°C) | |
| -15.9 | 2.3 | Precipitation (mm), Seasonal | ESM2M-GFDL |
| -21.1 | -8.4 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.3 | 0.7 | Maximum temperature (°C) | |
| 0.9 | 0.3 | Minimum temperature (°C) | |

**الجدول 38.** التغيرات المتوقعة للهطول المطري والحرارة الصغرى والحرارة العظمى للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس (1986-2005) في منطقة مادبا باستخدام المحاكاة RCA4.5 للنماذج EC-Earth، CNRM، GFDL وفقا للسيناريو RCP8.5

| 2050-2040 | 2030-2020 | Parameter | |
|---|---|---|---|
| 7.0 | -4.2 | Precipitation (mm), Seasonal | CM5-CNRM |
| -0.5 | -16.9 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.4 | 1.2 | Maximum temperature (°C) | |
| 0.9 | 0.7 | Minimum temperature (°C) | |
| 36.6 | 38.6 | Precipitation (mm), Seasonal | Earth-EC |
| 21.0 | 35.4 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.5 | 1.0 | Maximum temperature (°C) | |
| 1.2 | 0.8 | Minimum temperature (°C) | |
| -15.9 | 2.3 | Precipitation (mm), Seasonal | ESM2M-GFDL |
| -36.9 | -0.4 | Precipitation (mm), Annual | |
| 1.7 | 0.9 | Maximum temperature (°C) | |
| 1.4 | 0.2 | Minimum temperature (°C) | |

# نتائج الدراسة

## • تأثير التغيرات المناخية على محصول القمح:

**الجدول 39.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1986-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 0.46 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.16 | 0.22 |
| التغير النسبي (%) | 33.77 | 48.26 |

تبين النتائج أن انتاجية القمح في ارتفاع متزايد مع الزمن للسيناريو RCP4.5في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي

**الجدول 40.** متوسط طول موسم النمو للقمح خلال فترة الأساس 1986-2005 و خلال الفترات 2020-2030 و -2040 2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

| | خلال فترة الأساس 1986-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 177 | 174 | 172 |

تبين النتائج قصر طول موسم نمو القمح مع الزمن للسيناريو RCP4.5في حالة ثبات كمية تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتوقعة مستقبلا غير أن هذا القصر غير معنوي..

**الجدول 41.** التبخر-النتح المرجعي و الفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 و خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 669.6 | 650.0 | 638.5 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 257.3 | 276.2 | 270.8 |

تبين النتائج انخفاض متوسط التبخر-نتح المرجعي للسيناريو RCP4.5 في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهو انخفاض معنوي. كما تبين النتائج ارتفاع متوسط التبخر-نتح الفعلي المتوقع لنفس السيناريو في حالة ثبات تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

**الجدول 42.** الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 1986-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية (كغم/م3) | 0.18 | 0.22 | 0.25 |

تبين النتائج توقع ارتفاع متوسط الانتاجية المائية للقمح للسيناريو RCP4.5 في حالة ثبات تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 43.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1986-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون.

| | متوسط التغير خلال الفترة (2020-2030) | متوسط التغير خلال الفترة (2040-2050) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 0.47 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.25 | 0.39 |
| التغير النسبي (%) | 53.53 | 81.59 |

تبين النتائج أن انتاجية القمح في ارتفاع متزايد مع الزمن للسيناريو RCP4.5 في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 44.** متوسط طول موسم النمو للقمح خلال فترة الأساس 1986-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1986-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 177 | 175 | 173 |

تبين النتائج قصر طول موسم نمو القمح مع الزمن للسيناريو RCP4.5في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتوقعة مستقبلا غير أن هذا القصر غير معنوي.

**الجدول 45.** التبخر-النتح المرجعي و الفعلي خلال فترة الأساس 1986-2005 و خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون لمحصول القمح

| | خلال فترة الأساس 1986-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 669.6 | 650.0 | 638.5 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 257.3 | 275.9 | 270. 5 |

تبين النتائج انخفاض متوسط التبخر-نتح المرجعي للسيناريو RCP4.5في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

كما تبين النتائج ارتفاع متوسط التبخر-نتح الفعلي المتوقع لنفس السيناريو في حالة زيادة تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

**الجدول 46.** الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 1986-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP4.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1986 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.18 | 0.26 | 0.31 |

تبين النتائج توقع ارتفاع متوسط الانتاجية المائية للقمح للسيناريو RCP4.5 في حالة زيادة تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 47.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 0.43 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.14 | 0.16 |
| التغير النسبي (%) | 32.1 | 36.5 |

تبين النتائج أن انتاجية القمح في ارتفاع متزايد مع الزمن للسيناريو RCP8.5 في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 48.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 و خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1986 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 177 | 175 | 171 |

تبين النتائج قصر طول موسم نمو القمح مع الزمن للسيناريو RCP8.5في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتوقعة مستقبلا وهذا القصر معنوي.

**الجدول 49.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1985 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 683.8 | 659.9 | 643.5 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 257.0 | 270.9 | 260.3 |

تبين النتائج انخفاض متوسط التبخر-نتح المرجعي للسيناريو RCP8.5في حالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

كما تبين النتائج ارتفاع متوسط التبخر-نتح الفعلي المتوقع لنفس السيناريو في حالة ثبات تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

**الجدول 50.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 و خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1986 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.17 | 0.21 | 0.23 |

تبين النتائج توقع ارتفاع متوسط الانتاجية المائية للقمح للسيناريو RCP8.5 في حالة ثبات تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 51.** متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 والتغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | متوسط التغير خلال الفترة (2030-2020) | متوسط التغير خلال الفترة (2050-2040) |
|---|---|---|
| الإنتاج في سنة الأساس (طن/هكتار) | 0.45 | |
| التغير المطلق (طن/هكتار) | 0.19 | 0.33 |
| التغير النسبي (%) | 42.4 | 73.9 |

تبين النتائج أن انتاجية القمح في ارتفاع متزايد مع الزمن للسيناريو RCP8.5 في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

**الجدول 52.** متوسط طول موسم النمو خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 2005-1985 | خلال الفترة 2030-2020 | خلال الفترة 2050-2040 |
|---|---|---|---|
| طول موسم النمو | 178 | 175 | 173 |

تبين النتائج قصر طول موسم نمو القمح مع الزمن للسيناريو RCP8.5في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتوقعة مستقبلا غير أن هذا القصر غير معنوي.

**الجدول 53.** التبخر-النتح المرجعي والفعلي خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| التبخر النتح المرجعي (مم) | 684.2 | 669.2 | 650.2 |
| التبخر نتح الفعلي (مم) | 257.9 | 265.6 | 266.7 |

تبين النتائج انخفاض متوسط التبخر-نتح المرجعي للسيناريو RCP8.5في حالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون للفترتين 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الانخفاض معنوي.

كما تبين النتائج ارتفاع متوسط التبخر-نتح الفعلي المتوقع لنفس السيناريو في حالة زيادة تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون غير أن هذا الارتفاع غير معنوي.

**الجدول 54.** الإنتاجية المائية خلال فترة الأساس 1985-2005 وخلال الفترات 2020-2030 و2040-2050 من أجل السيناريو RCP8.5 لحالة زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون

| | خلال فترة الأساس 1985-2005 | خلال الفترة 2020-2030 | خلال الفترة 2040-2050 |
|---|---|---|---|
| الانتاجية المائية | 0.18 | 0.24 | 0.29 |

تبين النتائج توقع ارتفاع متوسط الانتاجية المائية للقمح للسيناريو RCP8.5 في حالة زيادة تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو للفترتين 2020-2030 و 2040-2050 مقارنة بفترة الأساس 1986-2005 وهذا الارتفاع معنوي.

# 4. مناقشة النتائج ومنعكساتها

انخفاض الإنتاجية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 في كلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 عند ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يدل على التأثير السلبي للتغيرات المناخية من حيث ارتفاع درجات الحرارة الصغرى والعظمى وتغير الهطول المطري على إنتاجية البندورة في منطقة المفرق.

ارتفاع الإنتاجية المتوقعة للبندورة في الفترات 2020-2030 و2040-2050 في كلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 عند ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون يدل على التأثير الإيجابي لهذا الارتفاع على التركيب الضوئي وإنتاج الكتلة الحيوية والذي فاق التأثير السلبي للتغيرات المناخية (ارتفاع درجات الحرارة الصغرى والعظمى وتغير الهطول المطري (على إنتاجية البندورة في منطقة المفرق.

ارتفاع الإنتاجية المتوقعة للقمح في الفترات 2020-2030 و2040-2050 في كلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 عند ثبات وزيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون بسبب الانزياح في الهطول المطري نحو منتصف موسم نمو القمح وما بعده (أي إلى المراحل التي تزيد فيها حاجة المحصول للنتح) كما هو مبين في المثال في الشكل 3 والتي أدت إلى زيادة إنتاجية القمح في منطقة مأدبا في الحالتين.

ارتفاع الانتاجية المائية في الفترات 2020-2030 و2040-2050 في كلا السيناريوهين RCP4.5 و RCP8.5 لمحصول البندورة عند زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون ولمحصول القمح في حالتي ثبات وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون في منطقتي المفرق ومأدبا.

قصر طول موسم النمو المتوقع للبندورة والقمح في الفترات 2020-2030 و2040-2050 في كلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 عند ثبات أو زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بفترة الأساس 1985-2005 بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتوقعة مما يؤدي إلى خفض في التكاليف التشغيلية في الحقل.

خفض كميات الري بنسبة 17 % تؤدي الى انخفاض إنتاجية محصول البندورة في كلا السيناريوهين RCP4.5 وRCP8.5 عند ثبات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون مقارنة بإنتاجيته في فترة الأساس 1985-2005 عند الري الكامل.

**الشكل 3.** انزياح الهطول المطري في منطقة مأدبا إلى ما بعد منتصف الموسم الذي سبب ارتفاع الإنتاجية

# 5. التوصيات

أظهر سيناريو تخفيض الري بسبب النقص المتوقع في الموارد المائية انخفاضاً لإنتاجية محصول البندورة في المفرق لذا يتعيّن استخدام أصناف من البندورة ذات دورة نمو أقصر بحيث تحتاج لعدد ريات أقل وبالتالي يمكن تحقيق نفس الإنتاجية الحالية بكمية مياه ري أقل.

الاستخدام الأمثل للموارد المائية المتاحة باستخدام أكثر تقنيات الري توفيراً للمياه والتوسع في استخدام المياه المعالجة بما يتوافق مع تعليمات وشروط استعمال المياه العادمة المعالجة الصادرة بموجب المادة (15/ج) من قانون الزراعة رقم (13) لسنة 2015 وتعديلاته.

اعتماد خطة مستقبلية للتوسع في تطبيق برنامج AquaCrop في مناطق زراعية تخضع لظروف مناخية مختلفة لدراسة تأثير التغيرات المناخية على إنتاجية المياه والإنتاج الزراعي لعدد من المحاصيل الزراعية الإستراتيجية في المملكة، حيث أظهرت نماذج التنبؤات المناخية لمنطقتي المفرق ومأدبا فروقاً مهمة في نمط الهطول المطري المتوقع مما أدى الى انخفاض إنتاجية البندورة في حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون وارتفاع إنتاجية القمح في حالتي ثبات وتغير تركيز ثاني أكسيد الكربون.

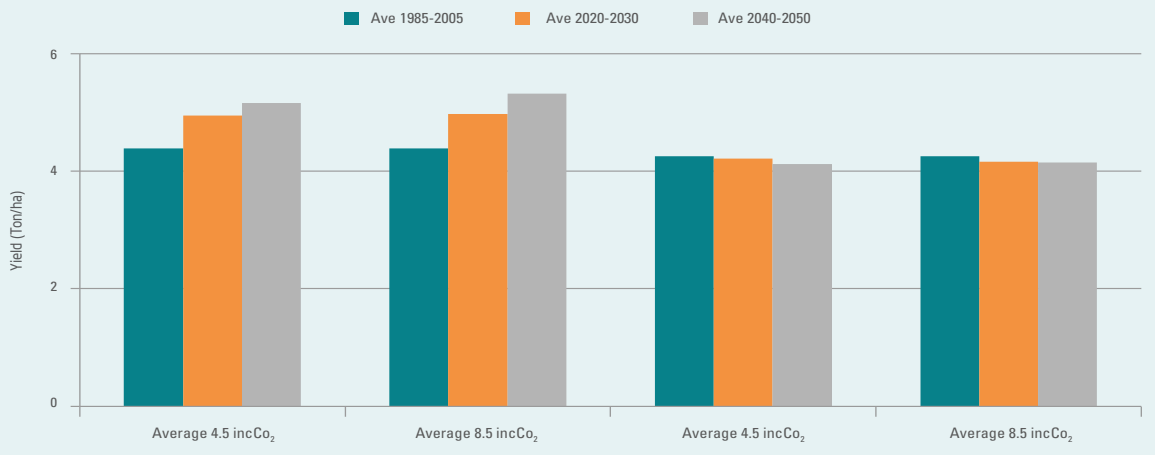
الحد من استنزاف مياه الري من خلال تحديد الاحتياجات المائية للمزروعات وجدولة الري.

ادخال الأصناف النباتية المتحملة للجفاف وذات الاستهلاك المائي القليل وعالية الانتاج والمردود الاقتصادي.

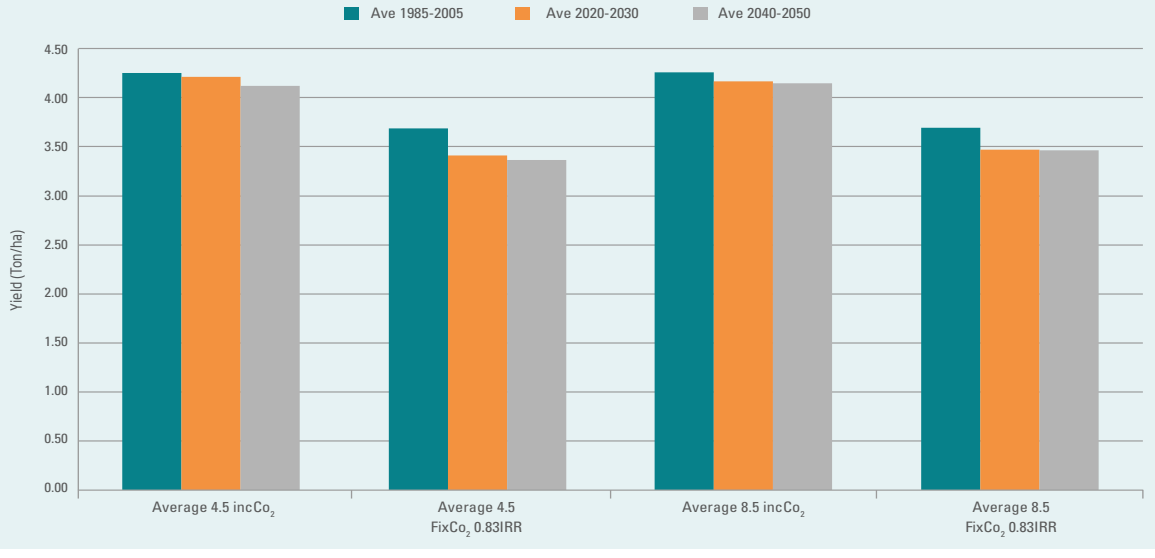
تطوير وسائل الحصاد المائي لتحسين مخزون المياه الجوفية والاستفادة من المياه السطحية.

# 6. الملحق

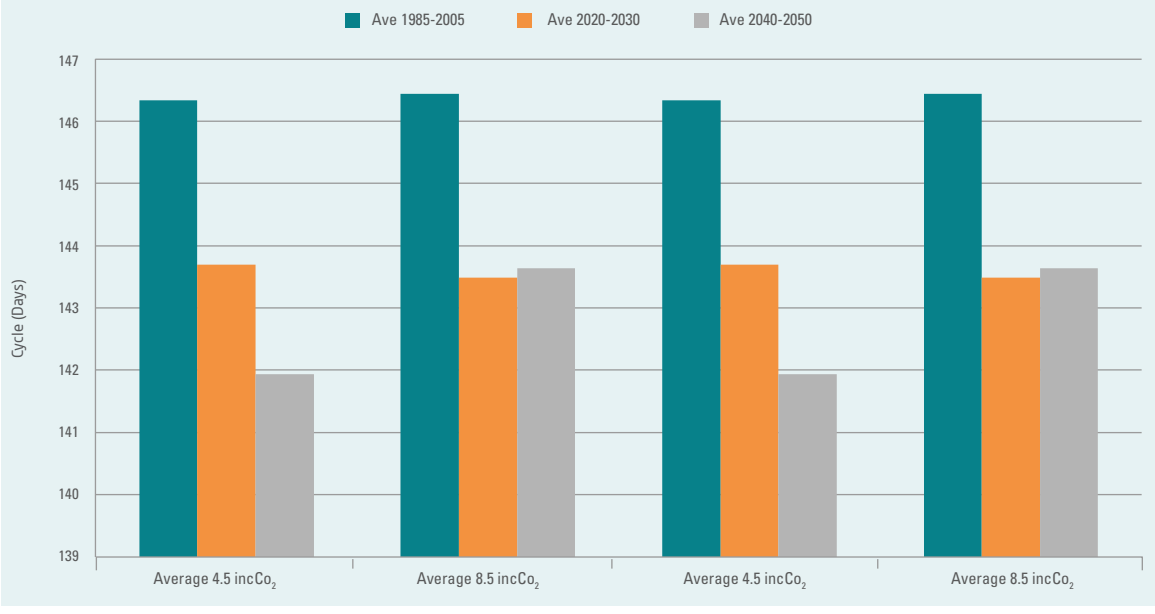
**الشكل البياني 1.** مقارنة متوسط إنتاجية البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في الإنتاجية خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050



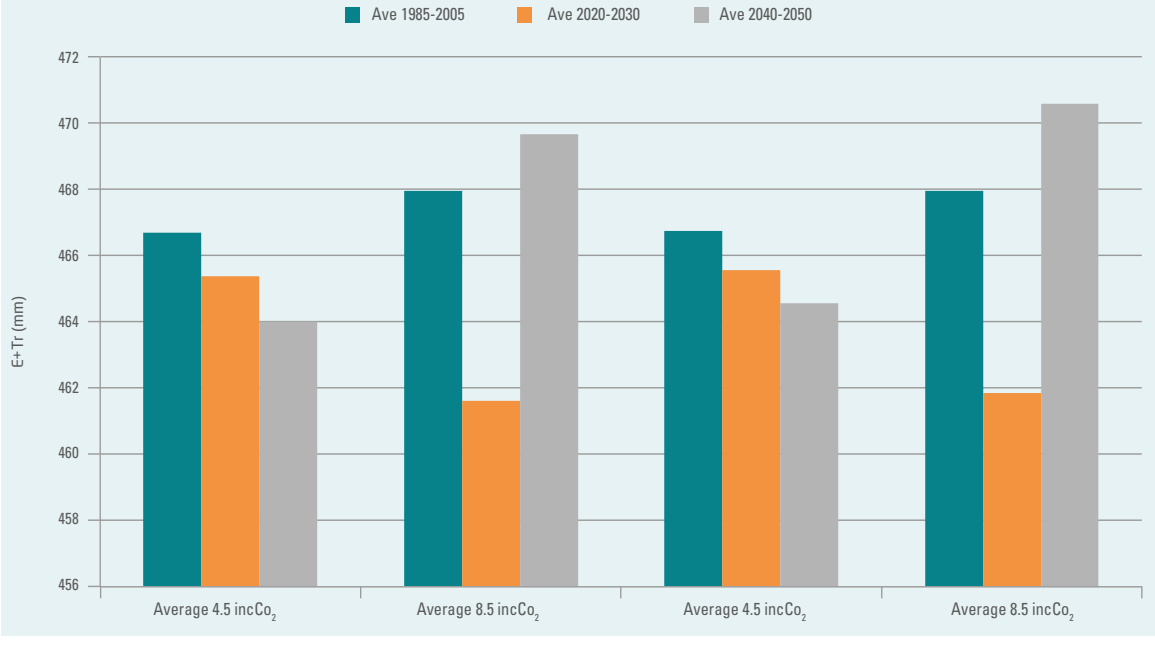

**الشكل البياني 2.** مقارنة سيناريو تخفيض كمية الري بنحو 17 % لمحصول البندورة والمتوقع اللجوء اليها في حالة شح مياه الري خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050 مع الري الكامل في حالة ثبات تركيز ثاني أكسيد الكربون



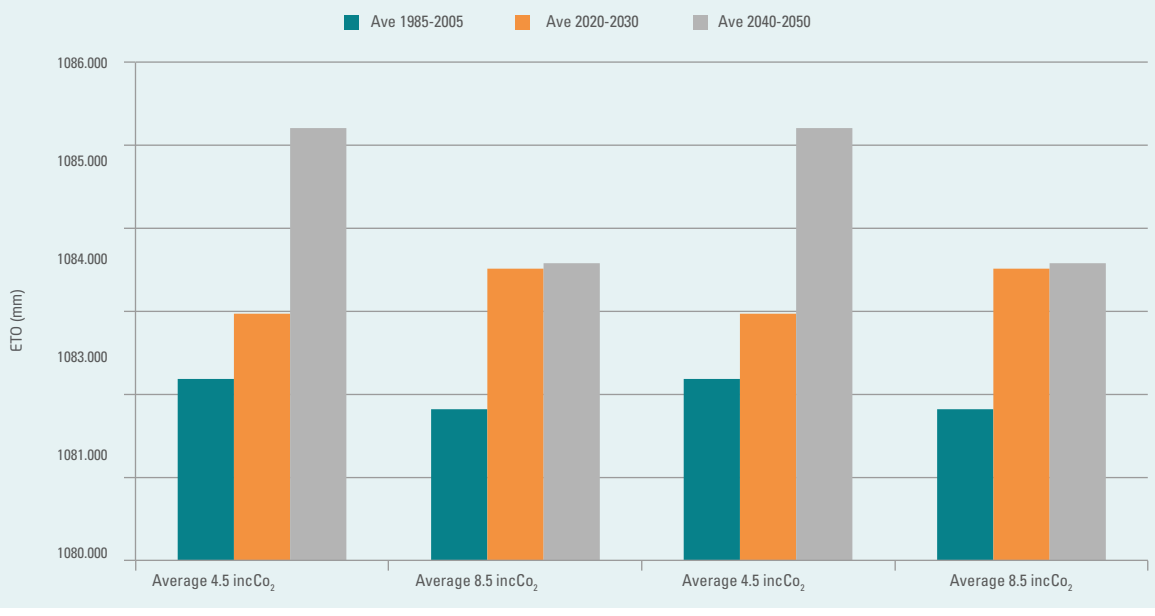
**الشكل البياني 3.** مقارنة متوسط طول موسم النمو لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 و الفترات 2020-2030 و 2040-2050



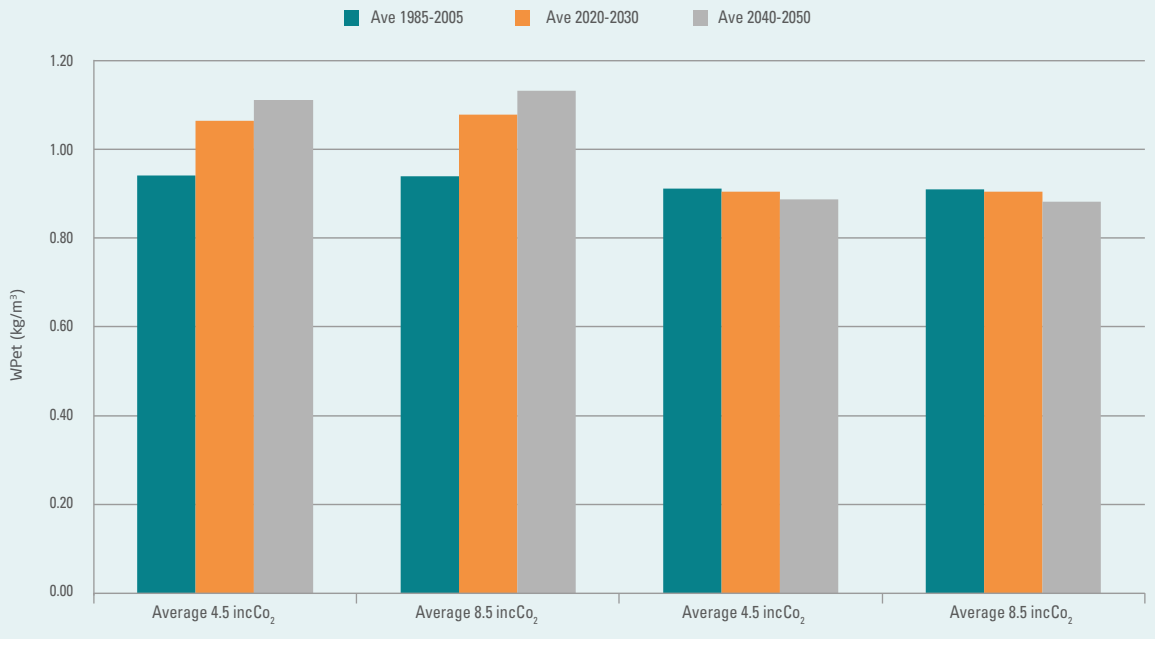

**الشكل البياني 4.** مقارنة التبخر-النتح الفعلي لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050



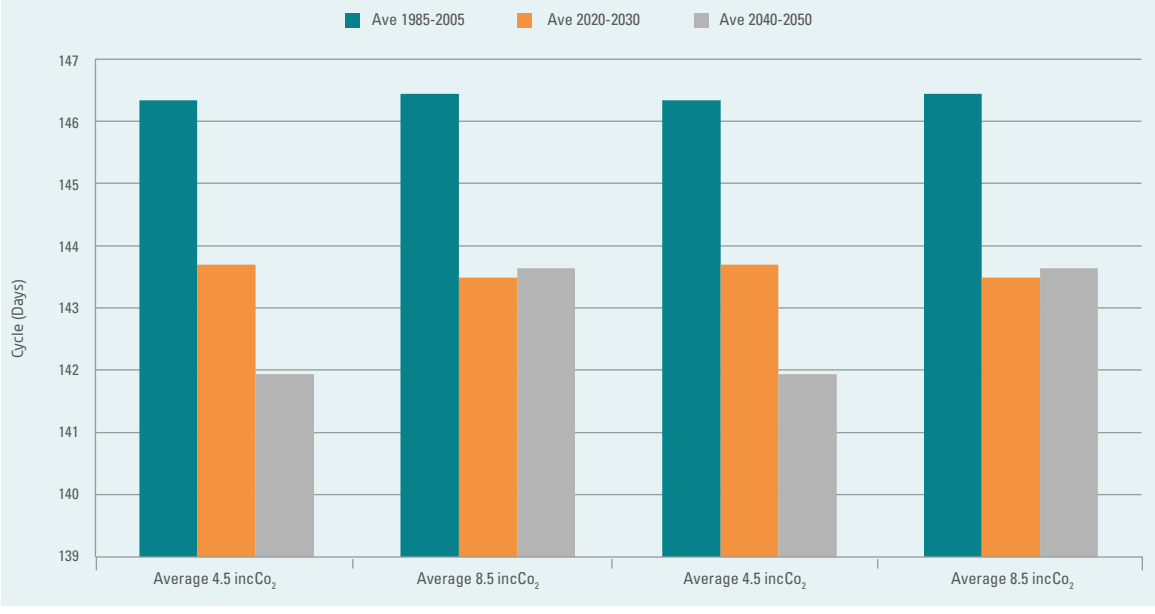
**الشكل البياني 5.** مقارنة التبخر-النتح المرجعي لمحصول البندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050



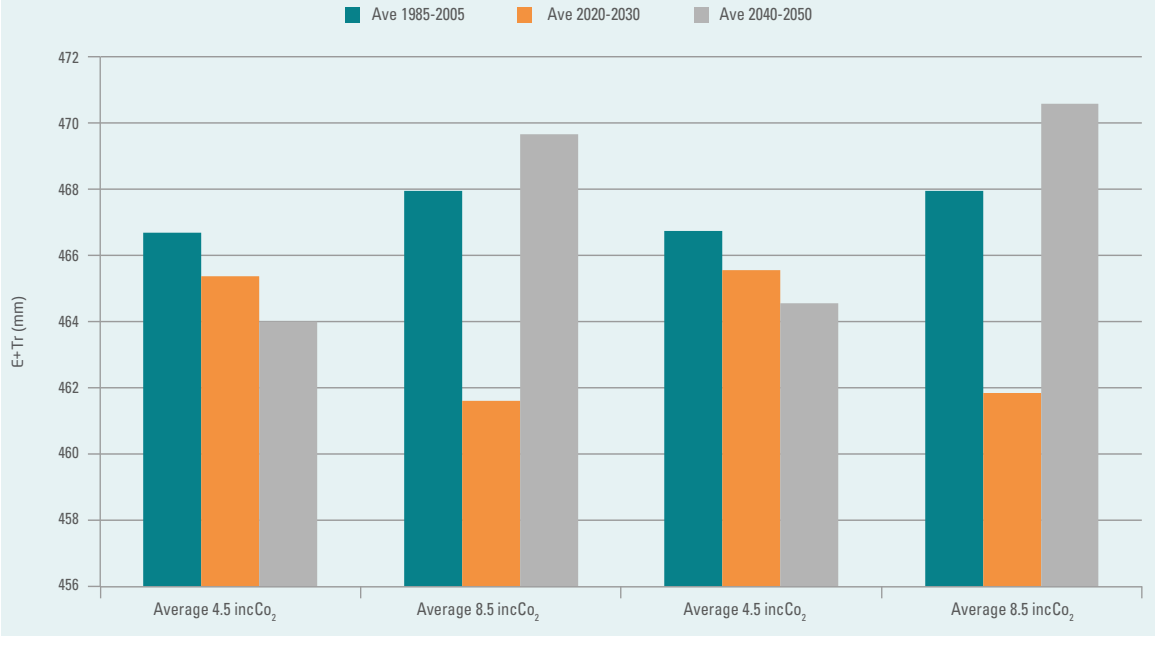

**الشكل البياني 6.** مقارنة الإنتاجية المائية للبندورة خلال فترة الأساس 1985-2005 والفترات 2020-2030 و 2040-2050



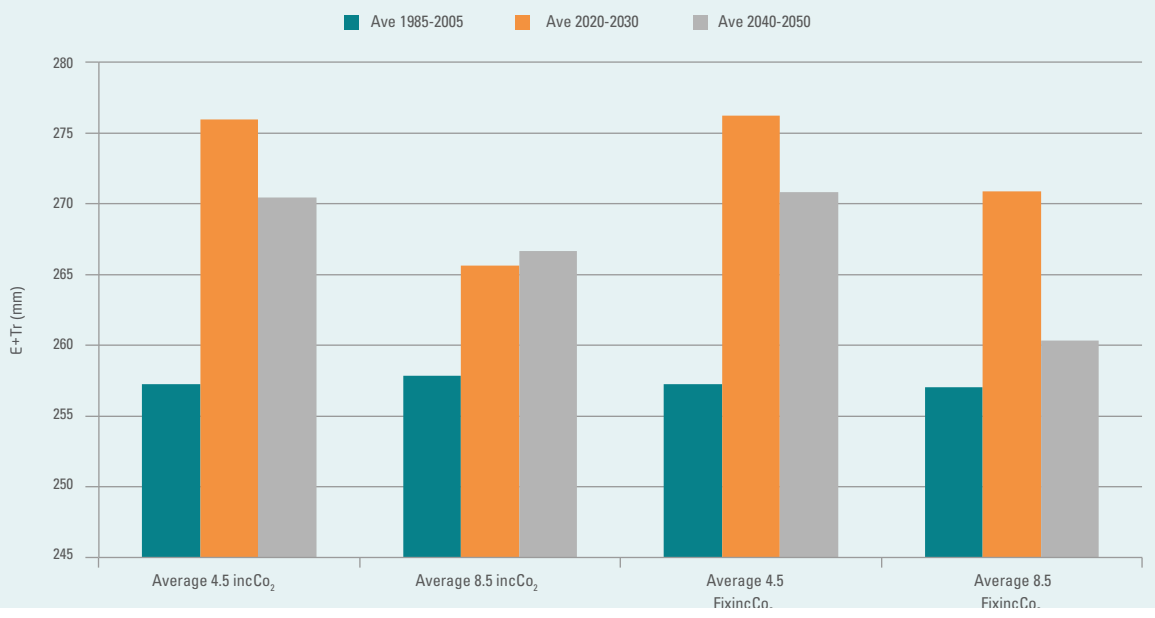
**الشكل البياني 7.** مقارنة متوسط إنتاجية القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في الإنتاجيه خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050



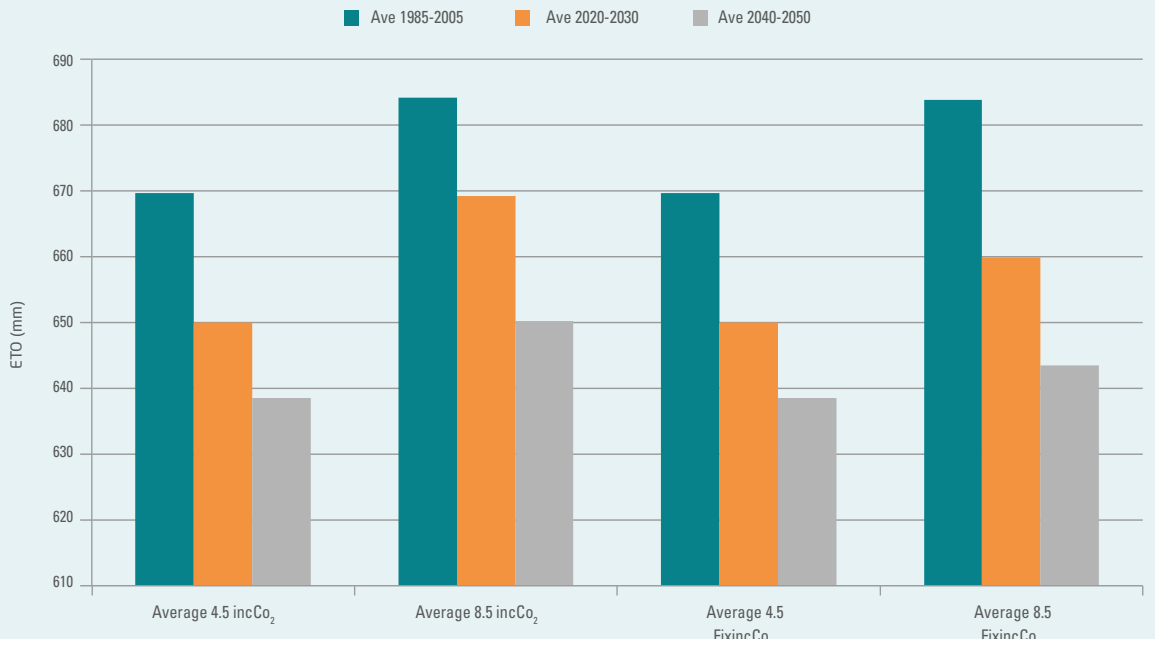

**الشكل البياني 8.** مقارنة متوسط طول موسم نمو القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050



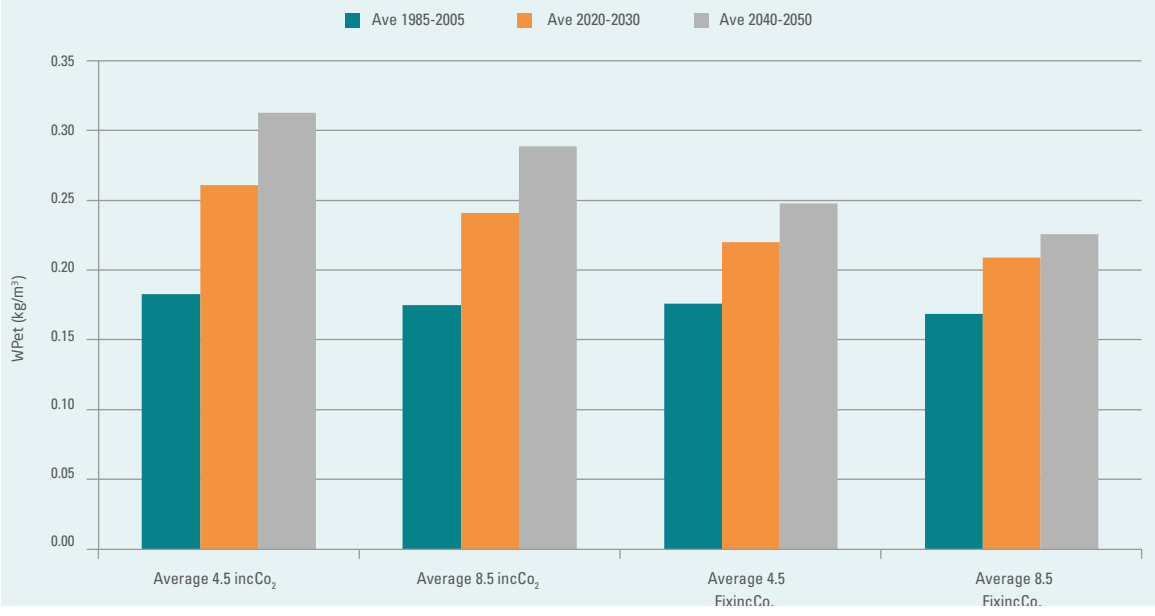
**الشكل البياني 9.** مقارنة متوسط التبخر-نتح الفعلي لمحصول القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050




**الشكل البياني 10.** مقارنة متوسط التبخر-نتح المرجعي في القمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050



**الشكل البياني 11.** مقارنة متوسط الإنتاجية المائية للقمح خلال فترة الأساس 1985-2005 و التغير المتوقع في الإنتاجيه المائية خلال الفترات 2020-2030 و 2040-2050



19-00128